

1. Ring sealing arrangement according to the U-cup type comprising a U on the pressure facing side, the U being able to receive a resilient support element and the U being limited by two legs being straddled, characterized in that the exterior of the legs is at least partially curved and/or arcuated circularly or elliptically, the front surface of the legs in the built-in condition being inclined towards the vertical of their abutting opposite surfaces and the legs forming sealing lips with their front surfaces being inclined in an arcuate angle, the adjacent sealing surfaces of said sealing lips approximating the ideal case of a line-type sealing surface, while the sealing lip has a curvature around which the leg surfaces may be moved, and in that the wall thickness of the legs, the exterior curvature of said legs in terms of depth and length, the initial load generated in the legs during idle and/or normal state, the inclination of the front surfaces and the deformation of a potentially existing support element are adjusted to each other and to the pressure conditions in the normal, minimum and maximum load case and to the viscosity of the medium, such that the effective abutting surface of the sealing lip, the gap of the leg twist and the pitch of the front surfaces automatically change as a result of the rotation around the leg tip.

51

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



52

Int. Cl.:

F 16 j, 15/16

Deutsche Kl.: 47 f2, 15/16

10

11

21

22

43

# Offenlegungsschrift 2 126 827

Aktenzeichen: P 21 26 827.9

Anmeldetag: 29. Mai 1971

Offenlegungstag: 14. Dezember 1972

Ausstellungspriorität: —

30

Unionspriorität

32

Datum: —

33

Land: —

31

Aktenzeichen: —

54

Bezeichnung:

Ringdichtungselement

61

Zusatz zu: —

62

Ausscheidung aus: —

71

Anmelder:

Tenge, Hans-W., 8025 Unterhaching

Vertreter: —

72

Als Erfinder benannt:

Erfinder ist der Anmelder

ORIGINAL INSPECTED

12.72 209 851/245

10 70

DI 2126827

Dipl.-Ing.  
Rudolf Büsselmeier

Dipl.-Ing.

Rolf Charrier

Patentanwälte

89 Augsburg 31 · Rehlingenstraße 8

Postfach 242

Postscheckkonto: München Nr. 74539

5730/07 Ch/Sch

Augsburg, den 28. Mai 1971

### PATENTANMELDUNG

Hans W. Tenge, (8025) München-Unterhaching,  
Fasanenstr. 142

---

### Ringdichtungselement

---

Die Erfindung betrifft Dichtungselemente für statischen und/oder dynamischen Einsatz an ruhenden, drehenden oder längsbeweglichen Maschinenteilen wie Flansche, Deckel, Stützen, Bolzen, Kolben, Kolbenstangen, Plunger, Wellen, bewegliche Rohranschlüsse usw., sowohl im Über- wie Untedruckbereich, bei Temperaturen nahe 0° Kelvin bis über 1000°C, - je nach verwendetem Material, - weiter zum Abdichten normalerweise druckloser Verbindungen, z.B. elektrische Steckverbinder oder Bauteile, Objektive, Befüllungsstutzen u.a.m..

Die Entwicklungen der modernen Technik stellen steigende Anforderungen unterschiedlicher Natur an die Leistungsfähigkeit der Dichtelemente, wobei einige der Forderungen gleichzeitig aufgestellt, oft einander zuwider laufen. Wird z.B. der Arbeitsdruck eines Hydrauliksystems beträchtlich erhöht, so bedingt das an den Dichtelementen eine entsprechend größere Vorspannung. Daraus resultiert eine erhöhte Flächenpressung und eine erhöhte Verschleißrate an allen dynamischen Dichtstellen. Wird gleichzeiti

mit der Erhöhung des Systemdrucks eine größere Lebensdauer oder gar weitgehende Wartungsfreiheit gefordert, so steht dieser Forderung der erhöhte Verschleiß entgegen, der sich aus der größeren Beanspruchung ergibt.

Noch schwieriger werden die Verhältnisse, wenn besonders hohe Spitzendrücke zu erwarten sind, während der Arbeitsdruck gering ist. In solchen Fällen müssen bei konventionellen Dichtungen die Vorspannungen auf die meist sehr hohen Druckspitzen ausgelegt sein. Reibkräfte und Verschleiß an solchen Dichtungen sind entsprechend und stehen in keinem Verhältnis zum wesentlich niedrigeren Arbeitsdruck.

Darüber hinaus gibt es eine Vielzahl von Anforderungen, die - einzeln oder in einer bestimmten Kombination, - Beanspruchungen für die Dichtelemente darstellen, die mit konventionellen Mitteln kaum noch zu beherrschen sind. Eine Aufzählung ist hier nicht möglich.

Schwierigkeiten solcher Art soll die vorliegende Erfindung mildern oder gar eliminieren.

Konventionelle Dichtungen sind in vielen Typen bekannt. Man unterscheidet Elemente für statischen und für dynamischen Einsatz, wobei dynamische Dichtungen meist für statischen Einsatz ebenfalls brauchbar sein müssen, da in der Regel nur eine Seite eines dynamischen Dichtelementes eine bewegliche Gegenfläche abdichten muß, während mindestens eine Dichtfläche statisch beansprucht wird.

Statische Dichtungen mögen durch folgende Arten charakterisiert sein:

- a) O-Ringe aus Gummi, Kunststoff oder Weichmetall, die durch entsprechende Nuten elastisch, teilweise auch plastisch verformt werden und infolge ihrer Flächenpressung mit den Gegenflächen die Dichtwirkung erzeugen.
- b) Packungen aus verschiedensten Materialien, die infolge

achsialer Vorspannung und Längsverkürzung eine Querverdickung erfahren, radial eine Flächenpressung erzeugen und dadurch abdichten.

- c) O-Ringe aus weichem Metalledraht, die zwischen zwei Flächen gelegt und durch extrem hohe Anpreßkräfte stark deformiert werden, so daß der ursprünglich runde Draht bis auf Foliendicke abgeplattet wird und es an den Gegenflächen sogar zu Kaltschweißstellen kommt.
- d) Hohle O-Ringe aus Metall, die in eine Nut gelegt und um ca. 10 % deformiert werden, so daß sich die Dichtflächen einbeulen und zwei radial-parallele Dichtflächen bilden. Diese Hohl-O-Ringe besitzen eine geringe Rückfederung, die etwa 5 % der Deformation ausmacht. Sie werden z.T. mit Druckgasfüllung für hohe Temperaturen oder mit Ausgleichsbohrungen für hohe Drücke versehen.
- e) O-Ringe aus nicht-elastischen Kunststoffen (PTFE) sind nur bedingt verwendbar und werden meist aus chemischen Gründen notgedrungen eingesetzt.
- f) V-Ringe und Nut-Ringe sind Dichtelemente, die aufgrund der Federkraft zweier Schenkel, die zwischen zwei Flanschflächen liegen, ihre Dichtwirkung erzielen. Meist ist die Öffnung der Schenkel dem Druckraum zugewandt, so daß die Flächenpressung an den Schenkeln mit steigendem Druck linear zunimmt.
- g) Schneidringe und Klemmringe sind meist aus hartem Metall. Sie graben sich mit ihren Dichtkanten in die Gegenflächen und haben teilweise eine geringe Federeigenschaft.
- h) Flachdichtungen werden durch die Flanschvorspannung angepreßt und meist stark deformiert.
- i) Varianten dieser Grundarten sind vielfältig bekannt. So besteht eine Schraubendichtung aus einem äußeren Metallring, etwas stärker als eine Beilagscheibe, und einem inneren Ring aus elastisch/plastischem Material, der

aber dicker ist als der äußere Metallring. Beim Anziehen der Schraube wird der Innenring längsverkürzt, das elastische Material wird nach innen verdrängt und dichtet die Gewindegänge ab.

- k) Dichtmassen, als formlose Masse, Band oder Schnur, komplettieren die Palette der statischen Dichtungen.

Dynamische Dichtungen sind meist anspruchsvoller als statische. Neben bestimmten Varianten der statischen Elemente, z.B. spezielle Packungsarten mit gleitfähigen Komponenten, O-Ringe aus gleitfreudigem Material oder V-Ringe bzw. Nutringe, meist aus PTFE, mögen sie durch folgende Typen charakterisiert sein:

- A. Kolbenringe bedürfen keiner besonderen Beschreibung. Es fällt aber angesichts der hohen Leckrate schwer, sie als "Dicht"-Elemente einzustufen.
- B. Kolbenringe aus PTFE besitzen wesentliche Vorzüge in Bezug auf ihre Gleitfähigkeit und ihre Dichtwirkung, wobei letztere am Nutgrund häufig noch durch Stützringe aus Elastomeren verbessert wird. Außerdem kann die mangelhafte Federkraft des PTFE-Oberringes durch einen Stützring verbessert werden.
- C. V-Ringe werden in Reihe als Packung, namentlich bei linearen Bewegungen verwendet, wobei eine achsiale Vorspannung die V-Ringe ineinanderschiebt und sie sich gegenseitig spreizen.
- D. Schräggestellte Kolbenringe sind im Prinzip eine Kombination aus B.) und C.).
- E. Lippendichtungen erzeugen ihre relativ gute Dichtwirkung durch eine schräg gegen die Druckrichtung angestellte Dichtlippe.
- F. Topfmanschetten sind von Pumpen her bekannt. Sie ähneln im Prinzip den Lippendichtungen.

- G. Radiale Nutringe aus Elastomeren werden oft in schmalen Nuten eines Kolbens geführt, wobei vom Nutgrund Ausgleichsbohrungen durch den Kolben zum Druckraum führen. Die Nutringe werden somit von innen her mit Druck beaufschlagt und nach außen an die Zylinderwand gepreßt.
- H. Federgestützte Dichtringe aus PTFE werden von mehreren Firmen hergestellt. Im Prinzip wird ein O-Ring aus PTFE innen ausgehöhlt und mit einem federnden Stützelement (Elastomer-O-Ring oder Federwendel) ausgerüstet. Dadurch erhält der PTFE-Ring gute Federeigenschaften. Varianten dieser federgestützten PTFE-Dichtungen ähneln den Nutringen.
- Die Dichtflächen dieser Elemente sind entweder durch leicht gewölbt ansteigende, spitz zulaufende Dichtlippen (Omni-Seal), durch kreisrunde, gewölbte Flächen (TEC-SEAL) oder mehrere kleine, dreieckige Erhebungen auf einer ebenen Dichtfläche (Bal-Seal) gekennzeichnet (Fig. 2). Der Hohlraum im Innenraum der Ringe ist dem Druckraum zugewandt, so daß der Betriebsdruck die Innenflächen erreicht und das Dichtelement unterstützend spreizt und an die Gegenflächen preßt.

Ein weiteres Unterscheidungsmerkmal für Dichtelemente liefern die verschiedenen Dichtprinzipien:

Schneidende oder kerbende Dichtungen ergeben gute Dichtwirkungen, sind aber nur statisch einzusetzen.

Stark deformierende Dichtungen, z.B. bei Weichmetalldrähten, erzielen ihre gute Dichtwirkung über extrem starke Flächenpressung, die sogar zu Kaltschweißstellen zwischen Dichtung und Flansch führt.

Großflächig anliegende Dichtungen, z.B. Flanschdichtungen, werden in relativ anspruchslosen Fällen eingesetzt.

Kleinflächig anliegende Dichtelemente stellen den größten Teil aller hochwertigen Dichtungen dar. Theoretisch

bietet eine linienförmige Dichtfläche ein Optimum an Qualität. Deshalb versucht man, die anliegende Dichtfläche so klein wie möglich zu halten.

Die vorliegende Erfindung weist die letztgenannten Merkmale auf.

Großflächig anliegende Dichtungen sind nur für geringe Beanspruchung brauchbar. Es leuchtet ein, daß ein Medium, das unter einem bestimmten Druck ( $P$ ) steht, und das auf seine Umgebung einen spezifischen Druck ausübt, überall dort abgedichtet werden kann, wo die Flächenpressung zweier Dichtflächen ( $P_1$ ) größer ist als der spezifische Druck des Mediums.

Steht ein Medium unter relativ hohem Druck, so muß eine großflächige Dichtung mit erheblicher Kraft an die Gegenfläche angepreßt werden, um die o.a. Bedingungen zu erfüllen, die außerdem nur bedingt für statische Dichtungen gilt. In der Regel besitzt die Gegenfläche wie das Dichtelement aber eine Oberflächenrauigkeit, die bei entsprechenden Drücken zu unzulässigen Leckraten führen müßte. Diese Gefahr wird eliminiert, indem man die Flächenpressung zwischen Dichtelement und Gegenfläche so groß wählt, daß das weichere Material (Dichtung) die Oberflächenriefen des härteren Werkstoffs (Flansch) schließen kann.

Die Verwendung relativ großflächiger Dichtelemente ist deshalb von zwei Bedingungen begrenzt:

Einerseits setzt der abzudichtende Druck des Mediums eine absolute Grenze, andererseits limitiert die Festigkeit z.B. einer Flanschverbindung die Höhe der möglichen Flächenpressung.

Die konsequente Folgerung aus den Zusammenhängen wäre die Entwicklung eines Dichtelementes, das die Gegenfläche nur



linienförmig berührt, dessen anliegende Dichtfläche sehr klein (nahe Null) ist, so daß sich mit relativ geringen Andruckkräften bereits sehr hohe Flächenpressungen ergeben. Bei Schneid- und Klemmringen wird diese Überlegung effektiv verwirklicht, nur führt ihre hohe Flächenpressung zu bleibender Verformung des Dichtelementes und/oder seiner Gegenflächen, so daß dies Prinzip nicht ohne weiteres übertragen werden kann, wenn eine Dichtfläche auf ihrer Gegenfläche gleiten soll.

Bei Dichtelementen für dynamischen Einsatz muß die anliegende Dichtfläche so groß gewählt werden, daß die dem Material zuträgliche Flächenpressung nicht überschritten wird, aber noch genügend groß ist, um dem Systemdruck zu widerstehen. Häufig ist der Druck des abzudichtenden Mediums aber so hoch, daß die Flächenpressung der Dichtflächen den zuträglichen Wert für das Material überschreitet. In diesem Fall kann nur ein optimaler Kompromiß geschlossen werden, der in der Regel zu Lasten der Lebensdauer ausfällt, da bei unzulässiger Flächenpressung das Material des Dichtungselementes schnell ermüdet und ein relativ hoher Abrieb stattfindet.

Unbequem sind solche Dichtungen, bei denen der Systemdruck relativ gering ist, während zeitweise sehr hohe Druckspitzen auftreten, die aber ebenfalls sicher abgedichtet werden müssen. In diesen Fällen werden konventionelle Dichtungen zwangsläufig auf den Maximaldruck ausgelegt, d.h., über weite Zeiträume liegt die Flächenpressung der Dichtflächen weit über dem notwendigen Wert, nur um einem gelegentlichen Extremwert genügen zu können.

Bei Dichtelementen für dynamischen Einsatz kommen weitere Probleme hinzu, die aus der Relativbewegung der anliegenden Dichtflächen resultieren.

In Fig. 1 ist dargestellt, wie eine Kolbenstange (1) zu

einem Dichtelement eine Relativbewegung (V) ausführt. Ein O-Ring (2) liegt dabei in einer Nut (3). Vor dem Dichtelement herrscht ein Druck P, der dem Anteil (4) der Skizze entspricht. Dieser Druck herrscht in etwa auch im statischen Nutraum (6). Namentlich bei schneller Relativbewegung der Stange (1) wird aber ein beachtlicher Teil des Mediums in den dynamischen Dichtspalt (7) gezogen und baut dort einen sog. Schleppdruck ( $P_g$ ) auf (dargestellt durch die Spitze (5) der Skizze). Dieser Schleppdruck ist abhängig von der Viskosität des Mediums, die Haftung an der Stange, dem Einzugswinkel und der Größe der schräggestellten Fläche des Einzugsspalt. Er kann in ungünstigen Fällen Werte annehmen, die unverhältnismäßig hoch über dem eigentlichen Systemdruck liegen.

In Fig. 2 sind moderne Dichtungen für hohe Drücke skizziert, die der Idealform einer Dichtung (mit fast linienförmiger Dichtfläche) sehr nahe kommen, wobei alle Beispiele, (Nutring, BAL-Seal, OMNI-Seal und TEC-Seal) die Merkmale einer druckabhängigen Flächenpressung tragen. Trotzdem ist zu erkennen, daß alle drei Prinzipien empfindlich gegen Schleppdruck sein werden, so daß trotz allem die Dichtflächen bei Maximaldruck und hoher Relativgeschwindigkeit abheben, oder die Flächenpressungen im Normalzustand überdimensioniert sein müssen.

~~XXXXXXXXXX~~

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Prinzip für die Formgebung von Dichtungen zu finden, welches

- a. die Ausbildung von Dichtflächen erlaubt, die der idealen Form einer Linie soweit nahe kommt, wie es die zulässige Flächenpressung der jeweiligen Werkstoffpaarung noch erlaubt.
- b. im Ruhezustand der Dichtung nur eine solche, möglichst geringe Vorspannung erzeugt, daß die vorhandene Flächenpressung an der Dichtung dem tatsächlichen Ruhedruck entspricht.
- c. auf ansteigenden Systemdruck mit einer Formänderung reagiert, dergestalt, daß einerseits die wirksamen Dichtflächen entsprechend vergrößert werden und andererseits die wirksamen Anpreßkräfte progressiv anwachsen, wodurch selbst hohe Druckspitzen beherrscht werden können, ohne das Material der Dichtung unzulässig zu beanspruchen und zu ermüden, da die progressiv angewachsene Anpreßkraft sich auf eine proportional zum Systemdruck vergrößerte Dichtfläche verteilt.
- d. praktisch keine Einzugsspalte besitzt und damit dem Aufbau eines Schleppdrucks entgegenwirkt.
- e. so konzipiert ist, daß ein plötzlicher, kurzer Anstieg des Systemdrucks mit einer reversiblen Veränderung der Geometrie des Dichtelementes beantwortet und kompensiert werden kann.
- f. den Einsatz mehrerer Materialien, Kunststoffe wie Metalle, zuläßt.

~~XXXXXXXXXX~~

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß Dichtelemente in der Art konventioneller Nutringe, wegen ihrer typischen Form im folgenden als  $\pi$ -Ringe bezeichnet, auf ihrer dem Druck zugewandten Seite eine Nut besitzen, deren Seitenflächen vorzugsweise etwas hinterdreht sind und im Nutgrund zweckmäßigerweise kreisrund oder elliptisch zusammenlaufen, so daß die Nut ein federndes Stützelement (Elastomer-O-Ring, Metall-Federring u.a.m.) aufnehmen kann; die genannte Nut bildet so die zwei Schenkel eines  $\pi$ -Ringes aus, die im Ruhezustand vorzugsweise gespreizt sind, - insbesondere dynamisch beanspruchte Schenkel, -

209851/0245

wobei die genannten Schenkel an ihrer Außenseite teilweise, oder ganz, oder über ihre Länge hinaus, - je nach Einsatzfall, - vorzugsweise kreisrund oder elliptisch hinterdreht sind; die Stirnflächen der genannten Schenkel eines  $\pi$ -Ringes sind im eingebauten Zustand gegen die Senkrechte ihrer Gegenflächen (z.B. Kolbenstange) um einen bestimmten, von der Art der Belastungen abhängigen Betrag geneigt; die außen hinterdrehten, gespreizten Schenkel bilden weiter mit ihren im spitzen Winkel geneigten Stirnflächen Dichtlippen, deren anliegende Dichtfläche dem Idealfall einer linienförmigen Dichtfläche soweit nahekommt, wie es das verwendete Material unter Ruhedruck bzw. Normaldruck zuläßt, während die genannte Dichtlippe eine in Abhängigkeit von der Beanspruchung ermittelte Rundung besitzt, so daß einerseits praktisch kein Einzugsspalt zum Aufbau eines Schleppdrucks vorhanden ist und andererseits die Schenkelflächen um die o.a. Rundung der Dichtlippe als Drehpunkt beweglich sind; die Wandstärke der genannten Schenkel, ihre äußere Hinterdrehung in Bezug auf Tiefe und Länge, die in den Schenkeln im Ruhe- bzw. Normalzustand erzeugte Vorspannung, die Neigung der Stirnflächen und die Deformation eines evtl. vorhandenen Stützelementes sind so aufeinander und auf die Druckverhältnisse bei Normal-, Minimal- und Maximalbeanspruchung und die Viskosität des Mediums abgestimmt, daß sich infolge Drehbewegung um die Schenkelspitze die wirksame Auflagefläche der Dichtlippe, der Spalt der Schenkelhinterdrehung und der Anstellwinkel der Stirnflächen selbsttätig verändern, so daß für weite Bereiche der Betriebsverhältnisse optimale Bedingungen erhalten bleiben.

Solche  $\pi$ -Ring-Dichtungen eignen sich für statischen und/oder dynamischen Einsatz, wobei aus erklärlichen Gründen sich die Verwendung von PTFE als Werkstoff anbietet, aber durchaus andere Materialien, Kunststoffe wie auch Metalle eingesetzt werden können, wenn die Betriebsverhältnisse es erfordern.

$\pi$ -Ring-Dichtungen gemäß Erfindung können mit oder ohne federnde Stützelemente betrieben werden, - je nach Betriebsbedingungen, - wobei als Stützelemente alle geeigneten Werkstoffe und Formen, z.B. Gummi- oder Elastomer-O-Ringe, Rundschnüre, Spiralfedern, Metallröhrchen, vorzugsweise halbiert oder geschlitzt, Federn nach Art der Tellerfedern, u.a.m. infrage kommen.

Die Schenkel solcher  $\pi$ -Ring-Dichtungen können ungleich lang sein, oder sie mögen eine ungleiche Neigung ihrer Stirnflächen und/oder ungleiche Hinterdrehung besitzen oder anderweitig modifiziert sein, um optimale Bedingungen für alle Verhältnisse zu bieten.

Dichtungen gemäß Erfindung mögen ein ausgeprägtes rückwärtiges Verbindungsstück besitzen, das mit reichlichem Spiel zu den Gegenflächen versehen oder als integriertes Führungs- oder Lagerteil an den Gegenflächen anliegt, um insbesondere radiale Belastungen des dynamischen Teils zu vermeiden.

Der Nutraum solcher  $\pi$ -Ring-Dichtungen mit seinem Stützelement kann gegen aggressive Medien abgedichtet werden, indem die geneigten Stirnflächen einen Keil aufnehmen und die Kombination vorgespannt wird. Damit wird der Anpreßdruck der Dichtlippen erzielt und der Nutraum nach außen abgedichtet.

Mehrere  $\pi$ -Ring-Dichtungen lassen sich - nach Art der V-Ring-Packungen - hintereinander legen und ineinander verkeilen, so daß mit geringer Vorspannung niedrige Reibungsverluste bei guter Dichtwirkung erzielt werden können.

Namentlich in der optischen Industrie existieren Fälle, daß drei angrenzende Flächen, die ein U bilden, gegeneinander beweglich sein und abgedichtet werden müssen. In diesem Fall wird die rückwärtige Stirnfläche einer  $\pi$ -Ring-Dichtung mit zusätzlichen, radialen Riefen versehen, so daß sich ein dreiseitig wirkendes Dichtelement ergibt, wenn der  $\pi$ -Ring vorgespannt wird.

Weiter ist es nicht erforderlich, daß die Schenkel eines  $\pi$ -Ringes parallel verlaufen. Vielmehr können sie einen weitgehend beliebigen Winkel bilden, um z.B. zwei Flächen, die unter einem Winkel stehen, abzudichten.

Ebenfalls mögen bei besonders harten Belastungen an beliebigen Stellen eines  $\pi$ -Ringes, auch an den Schenkeln oder den Hinterdrehungen, vorzugsweise radial verlaufende Erhöhungen (Riefen) angebracht sein, um ganz bestimmte Hebelwirkungen am  $\pi$ -Ring-Körper oder den Schenkeln zu erzeugen, um so die Flächenpressung der Dichtlippen zu beeinflussen.

Ferner ist es möglich, die Oeffnung der Nut eines  $\pi$ -Ringes unter einem beliebigen Winkel zur Achse bzw. Dichtungsebene anzuordnen, sofern die Oeffnung vorzugsweise dem Druckraum zugewandt und die Dichtlippen der Schenkel günstig anliegen können.

Sodann mögen mehrere  $\pi$ -Ringe zu einer Einheit integriert sein, um z.B. Stoßfugen, wie sie bei Rohrverbindungen oder elektrischen Steckverbindungen auftreten, abzudichten.

Für einen Einsatz in aggressiver Umgebung eignen sich schließlich  $\pi$ -Ringe, deren Stützelemente (z.B. Tellerfedern) von hinten in Schlitze, die bis in die Schenkel reichen, eingeführt sind, so daß sie vollkommen geschützt sind.

#### Beispiel 3

In den Zeichnungen, Fig. 3 bis Fig. 8, sind einige Beispiele für  $\pi$ -Ring-Dichtungen gegeben.

Fig. 3 zeigt eine  $\pi$ -Ring-Dichtung mit ihren wesentlichen Merkmalen im Querschnitt. Die Ringnut (8) ist dem Druckraum zugewandt. Sie wird durch eine elliptische Fläche (9) nach hinten abgeschlossen und kann ein Stützelement (10) aufnehmen. Die Schenkel (11) und (12) sind außen hinterdreht, wobei die dynamische Seite (13), die innen liegen mag, stärker gewölbt ist als die statische (14). Gleichfalls ist die Stirnfläche des dynamisch wirkenden Schenkels (15) schräger gestellt als die an der statischen Seite (16). Ferner ist zu erkennen, daß die Nut innen kreisförmig hinterdreht ist (17) und die Schenkelspitzen über die Breite des eigentlichen  $\pi$ -Ring-Körpers (18) hinausragen.

Fig. 4 zeigt eine eingebaute  $\pi$ -Ring-Dichtung (19) mit Stützelement (20). Die Pfeile deuten die wirksamen Richtungen des Systemdrucks an. Es ist zu erkennen, daß sich die gesamte Dicht-Wirkung auf die Spitzen der Dichtlippen (21) konzentriert. Ferner ist zu erkennen, daß bei starkem Druckanstieg die Wölbungen (22 und 23) der Schenkel deformiert werden, womit einerseits die Stirnseiten (24 und 25) der Schenkel schräger angestellt und die radialen Kräfte des Systemdrucks stärker aktiviert, während andererseits die tragende Fläche der Lippen (20) vergrößert werden, so daß das Material der Dichtlippen nicht übermäßig beansprucht wird, obwohl die insgesamt wirksame Anpreßkraft progressiv ansteigt.

209851/0245

Fig. 5 zeigt einen  $\pi$ -Ring mit integriertem Führungsstück (26), das für exakten Abstand zur Welle (27) sorgt, so daß die dynamische Dichtlippe (28) weitgehend frei von exzentrischer Bewegung ist. Solche integrierten  $\pi$ -Ringe eignen sich für Wellen und Stangen, die nur dürftig geführt sind. Die statische Dichtlippe (29) wird häufig etwas kräftiger ausgeführt als die dynamische.

Fig. 6 zeigt einen  $\pi$ -Ring mit angedrehten Riefen (30) und ungleichen Schenkeln (31) und (32), bei dem die dynamische Gegenfläche (33) das Dichtelement von zwei Seiten umfaßt, während der  $\pi$ -Ring (34) die statische Gegenfläche (35) nur auf einer Seite berührt.

Fig. 7 zeigt zwei  $\pi$ -Ringe, zu einer Einheit integriert, um eine Stoßfuge, z.B. einer Rohrleitung, gegen Innendruck abzudichten.

Fig. 8 zeigt einen  $\pi$ -Ring mit zwei von hinten eingesetzten Federn (36) und (37), die an ihrer Berührungsstelle verbunden sind und die mit ihren Spitzen weit in die Schenkel (38) und (39) hineinragen.

Die vorstehend genannten Beispiele lassen sich vielfältig erweitern, ergänzen und variieren. Sie stehen für ungezählte Einsatzmöglichkeiten der  $\pi$ -Ring-Dichtungen und sind nicht geeignet, die Patentansprüche irgendwie einzuschränken.

14

PATENTANSPRÜCHE

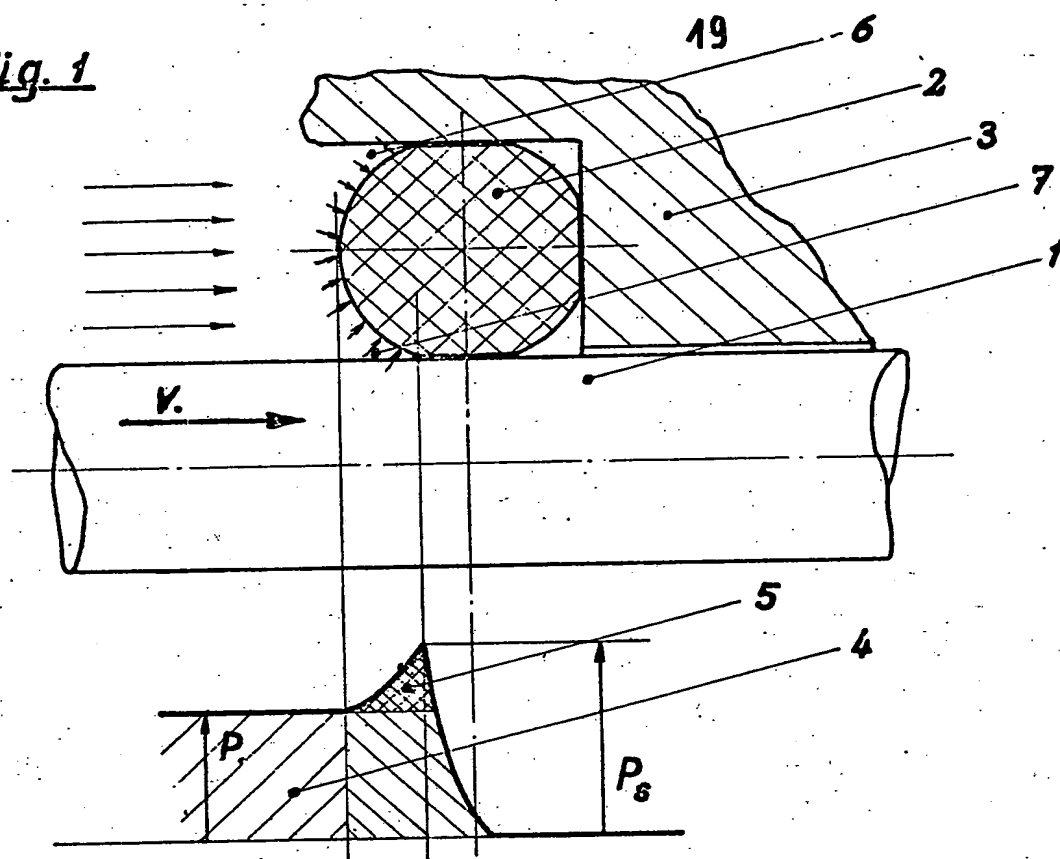
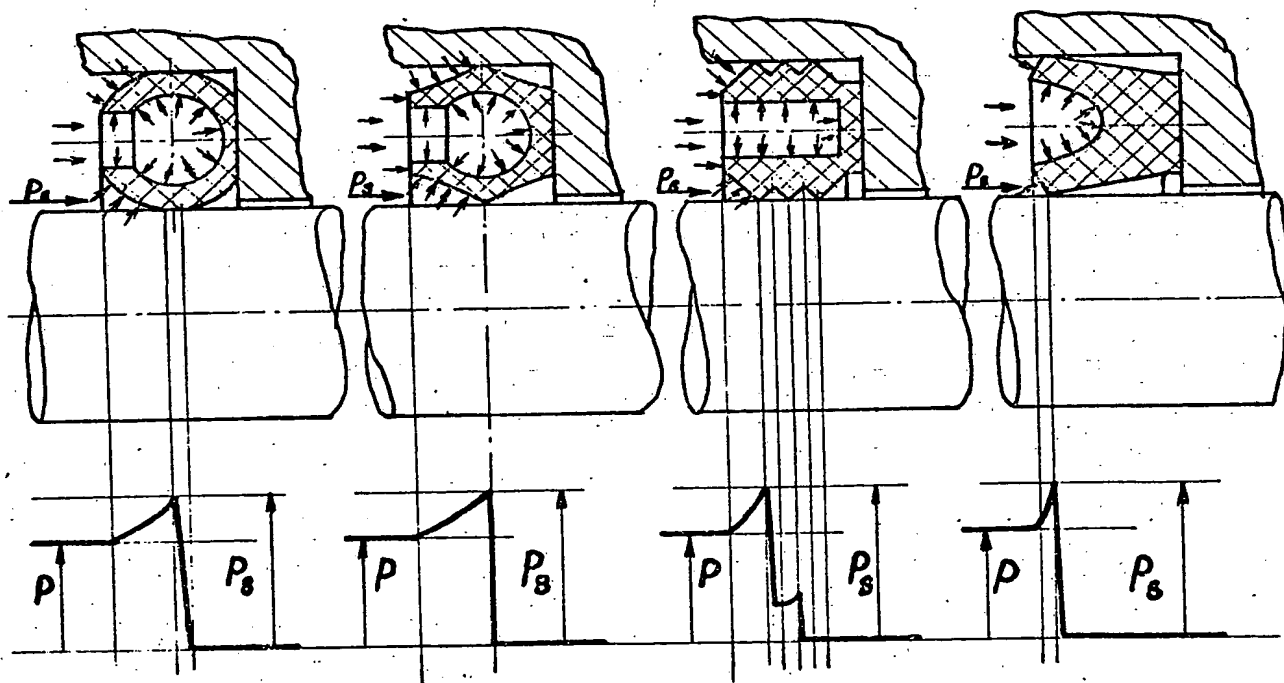
1. Ringdichtungselement nach Art eines Nutrings, der auf der dem Druck zugewandten Seite eine Nut aufweist, wobei die Nut ein federndes Stützelement aufzunehmen vermag und wobei die Nut durch zwei Schenkel begrenzt ist, die im Ruhezustand gespreizt sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Schenkel an ihrer Außenseite mindestens teilweise im Sinne von kreisrund oder elliptisch gekrümmt sind, wobei die Stirnflächen der Schenkel im eingebauten Zustand gegen die Senkrechte ihrer Gegenflächen geneigt sind und wobei die Schenkel mit ihren im spitzen Winkel geneigten Stirnflächen Dichtlippen bilden, deren anliegende Dichtfläche dem Idealfall einer linienförmigen Dichtfläche soweit nahekommt, während die Dichtlippe eine Rundung aufweist, um die die Schenkelflächen beweglich sind, und daß die Wandstärke der Schenkel, ihre äußere Krümmung in Bezug auf Tiefe und Länge, die in den Schenkeln im Ruhez- bzw. Normalzustand erzeugte Vorspannung, die Neigung der Stirnflächen und die Deformation eines evtl. vorhandenen Stützelementes so aufeinander und auf die Druckverhältnisse bei Normal-, Minimal- und Maximalbeanspruchung und auf die Viskosität des Mediums abgestimmt sind, daß sich infolge Drehbewegung um die Schenkelspitze die wirksame Auflagefläche der Dichtlippe, der Spalt der Schenkelhinterdrehung und der Anstellwinkel der Stirnflächen selbsttätig verändern.
2. Ringdichtungselement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichtringe aus PTFE bestehen.



3. Ringdichtungselement nach Anspruch 1 und/oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Schenkel ungleich lang sind und/oder ungleiche Neigung der Stirnflächen und/oder ungleiche Hinterdrehung aufweisen.
4. Ringdichtungselement nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das hinter den Schenkeln befindliche Verbindungsstück mit entsprechendem Radialspiel frei- oder als integriertes Führungs- oder Lagerteil an den Gegenflächen, insbesondere an der dynamischen Gegenfläche, anliegt.
5. Ringdichtungselement nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Ringnut einen Keil aufnimmt, der mit veränderter Flächenneigung versehen ist, unter gewisser Vorspannung steht und gegen die schräggestellten Stirnflächen der Schenkel preßt, so daß der Anpreßdruck der Dichtlippen durch den Keil erzielt und der Innenraum mit dem Stützelement abgedichtet wird.
6. Ringdichtungselement nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die rückwärtige Stirnfläche radiale Erhöhungen aufweist und vorgespannt ist.
7. Ringdichtungselement nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Schenkel untereinander einen Winkel bilden.
8. Ringdichtungselement nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Seiten eines Ringes, auch die Schenkel oder ihre Hinterdrehungen, vorzugsweise radial verlaufende Erhöhungen aufweisen.

16

9. Ringdichtungselement nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Ringnutöffnung in einem beliebigen Winkel zur Dichtebene bzw. zur Mittelachse liegt.

Fig. 1Fig. 2

209851/0245

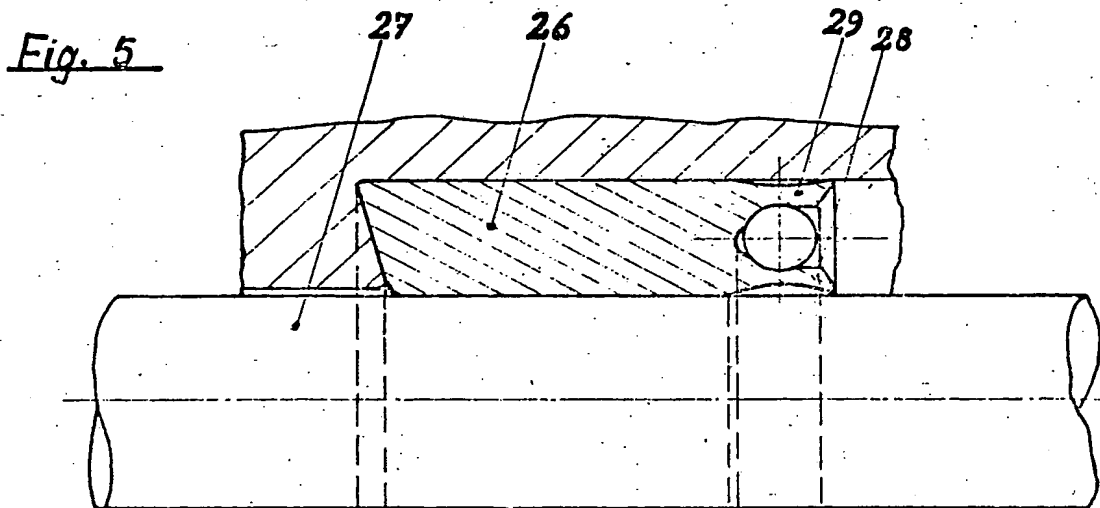
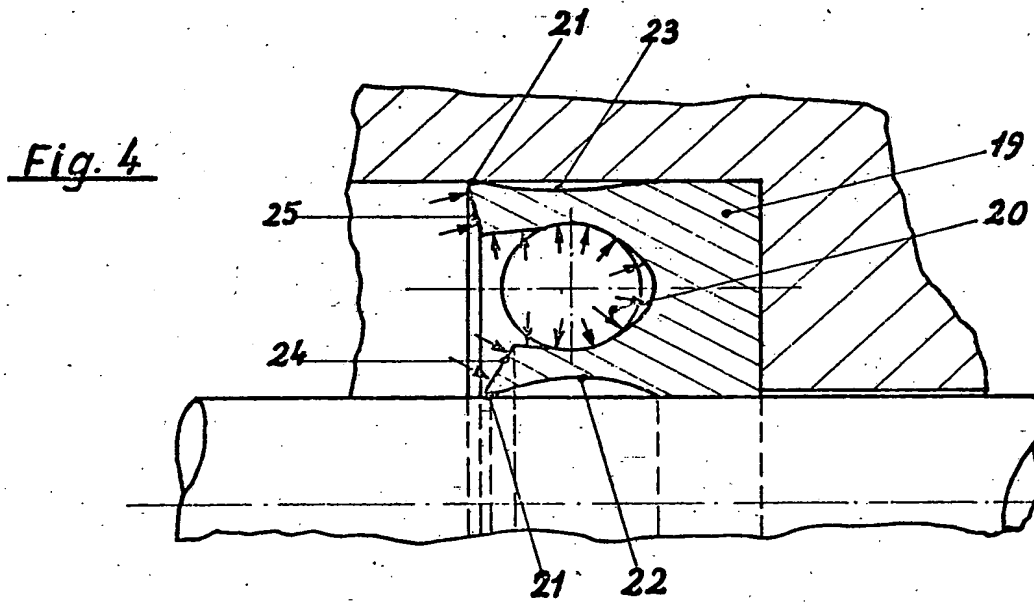
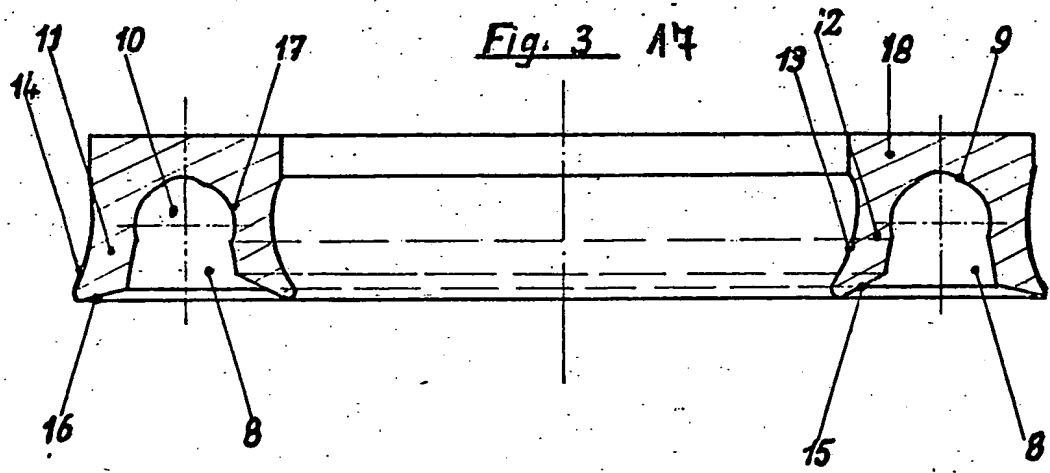
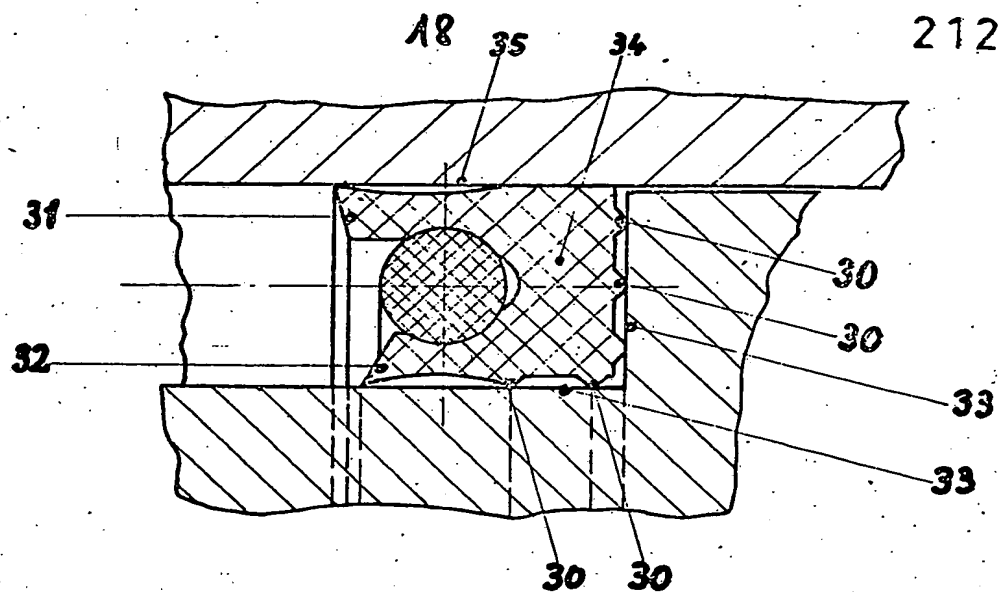
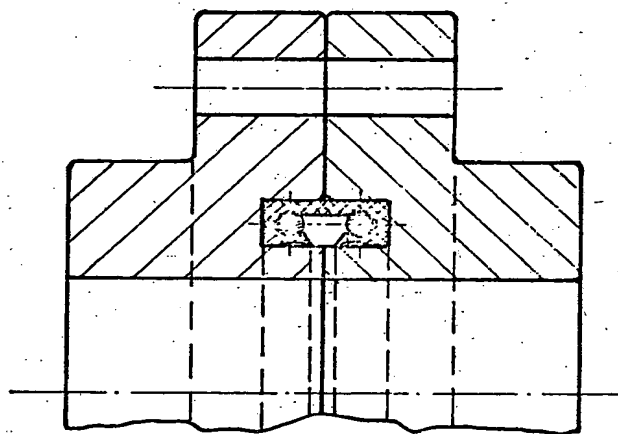


Fig. 6Fig. 7Fig. 8